

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 1月18日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-008968

出 願 人

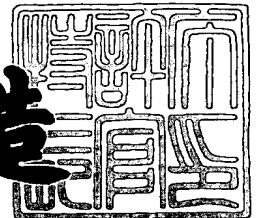
Applicant (s):

ウシオ電機株式会社

2000年12月 1日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3098107

【書類名】 特許願

【整理番号】 990212

【提出日】 平成12年 1月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01S 3/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市青葉区元石川町 6 4 0 9 ウシオ電機株式会社内

【氏名】 美濃部 猛

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市青葉区元石川町 6 4 0 9 ウシオ電機株式会社内

【氏名】 美安 勝置

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市青葉区元石川町 6 4 0 9 ウシオ電機株式会社内

【氏名】 本 篤志

【特許出願人】

【識別番号】 000102212

【氏名又は名称】 ウシオ電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100100930

【弁理士】

【氏名又は名称】 長澤 俊一郎

【電話番号】 03-3822-9271

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 024143

【納付金額】 21,000円

【書類名】 明細書

【発明の名称】 放電励起ガスレーザー装置用クロスフローファン

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 放電励起ガスレーザー装置において、レーザーガスをレーザーチェンバ内で循環させ、レーザーチェンバ内に離間して設置された電極間のレーザーガスを循環させるためのクロスフローファンであって、

上記クロスフローファンの回転軸が、該ファンの中心部を貫通していることを特徴とする放電励起ガスレーザー装置用クロスフローファン。

【請求項 2】 上記回転軸の内部に中空部が設けられていることを特徴とする請求項 1 の放電励起ガスレーザー装置用クロスフローファン。

【請求項 3】 クロスフローファンの外径を  $D$ 、上記回転軸の外径を  $d$  としたとき、 $d/D \geq 0.13$  である

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 の放電励起ガスレーザー装置用クロスフローファン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、放電励起ガスレーザー装置において電極間にガスを循環させるためのクロスフローファンの構造に関し、特に、高速回転、高圧力（高ヘッド）、低流量の条件で用いるクロスフローファンの構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体集積回路の微細化、高集積化につれ、投影露光装置においては解像力の向上が要請されている。このため、露光用光源から放出される露光光の短波長化が進められており、この半導体リソグラフィ用光源としては、従来の水銀ランプ光の波長より短波長の光を放出するエキシマレーザー装置の採用が始まっている。

図 7 はエキシマレーザー装置のレーザーチェンバ内部を示す模式図であり、同図の (b) は同図 (a) を A 方向から見た図である。

エキシマレーザ装置のレーザチェンバ 1 の内部にはレーザ光軸方向に延び、所定間隔だけ離間して対向した一对の主放電電極 2, 2' が設けられており、レーザチェンバ内に、例えば、フッ素 ( $F_2$ ) やアルゴン (Ar) 等のレーザガスが数百 kPa で封入されている。

上記主放電用電極間 2, 2' に立上りの早い高電圧パルスを印加して放電を発生させることにより、レーザ媒質であるレーザガスが励起される。

#### 【0003】

レーザチェンバ 1 の前後には、出力鏡 (図示せず) と、露光装置の投影光学系における色収差の問題を回避するためにレーザ光のスペクトル幅を狭帯域化し、中心波長の波長安定化を実現するための狭帯域化光学系 (図示せず) とが各々配置され、出力鏡と狭帯域化光学系はレーザ共振器を構成する。

レーザガスが励起され、レーザチェンバ 1 の側板 A, B に設けられた窓部 (図示せず) から放出される光は、上記レーザ共振器により増幅され、レーザ光としてレーザ共振器の出力鏡より取出される。

露光用光源として使用されるエキシマレーザ装置は、スルーブットの増大のために、放電の数 kHz での高繰返し動作が要請され始めている。しかしながら、主放電発生後、主放電空間には熱的攪乱や音響学的攪乱 (衝撃波等) が発生し、この状態が維持されたままでは、次の主放電が不安定となって、主電極間でアーク放電が発生し、レーザ出力が不安定となる。

このような不具合を避けるには、次の放電が発生する前に、主放電空間のガスを交換する必要がある。

このため、図 7 (a) (b) に示すようにレーザチェンバ内にクロスフローファン 3 と制風板 4 を設け、レーザチェンバ 1 内のレーザガスを図 7 (b) の矢印に示す経路で高速循環させ主放電電極 2, 2' 間のガスを交換する。主放電電極 2, 2' 間を通ったガスは、冷却フィンチューブ 5 により冷却される。

#### 【0004】

クロスフローファン 3 は、円形の側板の間に複数のブレードを円周方向に配した、中空の円筒形状のファンである。両端の側板に設けた突起部の中心軸線を中心に回転させて送風する。クロスフローファンの詳しい特性については例えば、

生井武文、井上雅弘著、コロナ社発行「ターボ送風機と圧縮機」（昭和63年8月25日初版発行）P297～304を参照されたい。

クロスフローファンは、例えば特開平9-105398号公報に示されるように一般的には空調設備の送風用ファンとして用いられている。エキシマレーザ装置において、細長い電極間にガスを循環させるため、クロスフローファンを用いることは、例えば特開平11-117891号公報の段落0002等に記載されている。

#### 【0005】

ところで、従来においては、クロスフローファンの内部には何もない構造が望ましいとされていた（例えば、上記特開平11-117891号公報の段落0003記載参照）。それは以下の理由による。

図8にケーシングに収められたクロスフローファン（以下ファンと略記する場合がある）の断面図を示す。クロスフローファン3のケーシングはガイドウォール6としきり板7とで構成される。

図8において、ファン3が時計回りに回転するとファン3近傍に渦が発生し、この渦により渦流とガイドウォール6としきり板7に沿った貫流とが形成される。

上記渦流が増加すれば、貫流の風量が増加するが、ファン3内部が中空構造でないと、上記渦流の形成に悪影響があり、風量や効率（効率＝全圧動力（ヘッド）／軸動力）が低下するとされていた。したがって、通常、クロスフローファンの内部には回転軸は設けられない。

なお、ファン内部に回転軸を設ける場合、前記した参考資料「ターボ送風機と圧縮機」のP303にも記載されるように、回転軸の直径 $d$ 、ファン外径 $D$ とすると、 $d/D \leq 0.07$ であれば問題ないとされていた。

#### 【0006】

エキシマレーザはパルスレーザであり、一般的にその繰返し周波数は1kHz前後である。近年、エキシマレーザ装置は、半導体露光用装置であるステッパの光源として用いられるようになってきた。エキシマレーザのパルス発光を連続発光に近づけてスループットを上げられるように、また、露光量の安定化を図るた

めに、繰返し周波数を（2 kHz～3 kHz 以上に）上げることが要望されている。

上記繰返し周波数を上げることは、電極における放電と放電との間隔を短くすることである。放電後、電極間では、分子のイオン化、分子の励起状態、温度の不揃一による密度の不揃一が生じる。これらが残った状態のまま次の放電に移ると、アーク放電が生じやすく、均一なグロー放電にならないので出力が不安定となる。

#### 【0007】

したがって、放電が終了した放電部（電極と電極との間）のガスを、新しいガスにすばやく交換する必要がある、ガスの風速をより早くする必要がある。したがって、エキシマレーザ装置に用いられるガス循環用のクロスフローファンは、高速で回転させる必要が出てきた。

例えば、従来の繰返し周波数が1 kHzである露光用エキシマレーザ装置においては、レーザチャンバの内部構造（電極間距離、図示しない予備電離手段の位置等）にもよるが、一般に電極間に流さなければならないガスの流速は約10 m/sであり、その流速を得るためのファンの回転速度は約1000 rpmであった。

繰返し周波数が2 kHz～3 kHzであるエキシマレーザ装置においては、電極間に流さなければならないガスの流速は約20～30 m/sであり、その流速を得るためのファンの回転速度は約2000～3000 rpmが必要となる。さらに繰返し周波数が4 kHzの場合、形成される流路にもよるが、ファンの回転速度は約4000 rpmが必要となる。

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

クロスフローファンを、上記のように高速回転させる場合、次のような問題が生ずる。

回転軸に軸ずれがあると、軸受部に負荷がかかり磨耗が激しくなる。したがって、軸受部が振動し、その振動がレーザチャンバに伝わりレーザ装置が振動する。そのため光軸のずれや発振する光の中心波長の変動が生じる。また、レーザ装

置の振動が連結される露光装置にも伝わる不具合が生じる。

上記回転軸の軸ずれの原因には、「ファン製造時の軸ずれ」「高速回転時の剛性不足による軸ずれ」の2つがある。

#### 【 0 0 0 9 】

##### (1) 「ファン製造時の軸ずれ」

図9に、クロスフローファン回転軸の軸ずれの例を示す。ファンは長手方向断面図として示している。

図9 (a) に示すように、ファン3の回転軸3 aは、ファン3両側の側板3 bに突起状の軸として設けられる。両側板どうしは、送風用のブレード3 cと、ブレードを支える円板3 dとにより位置決めされる。

このような構造においては、ファン製造時、両側板の突起状回転軸の回転中心を正確に一致させることは困難であり、図9 (a) または図9 (b) のような、回転軸の微小な軸ずれが発生する。

#### 【 0 0 1 0 】

##### (2) 「高速回転時の剛性不足による軸ずれ」

ファン3の回転時、回転軸には、次の3つの力が作用する。

- ①ファンの自重によるたわみ
- ②ファンの一部の重さが他と異なることによる遠心力の不均一性
- ③風を押し出す時にファンに生じる反力。

クロスフローファンは、上記のように側板3 b、ブレード3 c、中空円板3 dによってのみ構成されており機械的強度に限界がある。

特にレーザチャンバ内には、ネオン (Ne) が90%以上を占めるレーザガスが、約400 kPa (4気圧) 封入されている。したがって、風を押し出す時にファンに生じる反力は、大気圧の空気と比較して大きく、ファンの構造にとってさらに過酷な条件になる。

#### 【 0 0 1 1 】

本発明者らが従来のクロスフローファンを用いて種々実験を行ったところ、クロスフローファンの回転速度が高速 (例えば4000 rpm以上) になると、ファンの機械的強度が上記の力に負けて、ファンの全体的な構造が変形し、回転軸

の軸ずれが大きくなり、ファンの振動が大きくなることを見出した。

ファンの振動が大きくなると、前記したように、その振動がレーザチェンバに伝わりレーザ装置が振動し、光軸のずれや発振する光の中心波長の変動が生じる。また、レーザ装置の振動が連結される露光装置にも伝わる不具合が生じる。

#### 【0012】

一方、エキシマレーザ装置においては、前記図7に示したように狭い電極2, 2'間に高い圧力をかけて風を流す構造であり、クロスフローファンの使用条件は、全圧動力が高く（高ヘッド）かつ低流量である。これは、空調機等における使用条件とは反対（空調機においては一般に低ヘッド、高流量であることが要求される）である。

すなわち、空調機等と、エキシマレーザ装置ではクロスフローファンの使用条件が全くことなり、従来から空調機等で用いられていたクロスフローファンをエキシマレーザ装置のガス循環用にそのまま転用しても、効率的なガス循環を行うことができるとは限らない。

#### 【0013】

本発明は上記した事情を考慮してなされたものであって、製造時、回転軸の位置合せを行なう必要がなく、また、高速回転が可能であり、高速回転させても機械的強度が強く変形しない、エキシマレーザ装置に用いるに好適なクロスフローファンを提供することを目的とする。

#### 【0014】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明者らが種々実験を行って検討したところ、高ヘッドかつ低流量の条件下で使用する場合には、クロスフローファンの内部に $d/D \geq 0.07$ （ $d$ ：回転軸の直径、 $D$ ：ファン外径）となる直径 $d$ の回転軸を設けても、流速に悪影響を及ぼさないことを見いだした。

また、レーザパルスの繰り返し周波数が高いエキシマレーザ装置に用いる高速回転（例えば4000rpm）するクロスフローファンの場合は、軸強度の関係から回転軸の直径 $d$ が $d/D \geq 0.13$ 以上であることが望ましいことがわかった。



以上にに基づき本発明においては、次のようにして上記課題を解決する。

(1) 放電励起ガスレーザ装置用クロスフローファンにおいて、クロスフローファンの中心部を貫通している回転軸を設ける。

(2) 上記(1)において上記回転軸の内部に中空部が設ける。

(3) 上記(1)(2)において、クロスフローファンの外径を $D$ 、上記回転軸の外径を $d$ としたとき、 $d/D \geq 0.13$ とする。

#### 【0015】

上記(1)のようにクロスフローファンに内部を貫通する回転軸を設ければ、回転軸の位置合わせが容易となり、また機械的強度が強くなるので高速回転が可能となる。

また、上記(2)のように回転軸の内部に中空部を設ければ、回転軸を軽量化することができるので軸の自重によるたわみを小さくすることができる。したがって、中実軸と中空軸とを同じ軸径で比較した場合、中空軸の方が固有振動数が大きくなり一層高速化が可能となる。

さらに、上記のような回転軸を設ければ、回転軸の軸ずれが少ないので軸受として磁気軸受の使用も可能となり、さらに一層の高速化が可能となる。

また、上記(3)のように $d/D \geq 0.13$ とすることにより、クロスフローファンの固有振動数を高くすることができ、最大回転数を4000rpmまで上げても共振することがない。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

図1に本発明の実施例のエキシマレーザ装置ガス循環用のクロスフローファンの構成を示す。同図はクロスフローファン3の長手方向の断面図を示している。

同図に示すように本実施例のクロスフローファンにおいては回転軸3aがファン3を貫通している。回転軸3aは高精度で芯出し加工された円柱であり、該回転軸3aにブレード3cを支持する側板3bと円板3dとが、支持板3eによって固定されている。

図1に示す回転軸3aがファン3を貫通するエキシマレーザ装置のガス循環用のクロスフローファンを製作し、同様の大きさで内部が空洞の従来型のファンと

性能比較を行った。

製作したクロスフローファンの、ファン外径 $D$ と回転軸の直径 $d$ は、表 1 に示す 2 種類である。

【 0 0 1 7 】

【表 1】

$D$ (mm)	$d$ (mm)	$d/D$
120	23	0.19
150	30	0.20

【 0 0 1 8 】

図 2 に、本実施例に示した貫通する回転軸を持つ、 $D = 120$  mm、 $d = 23$  mm ( $d/D = 0.19$ ) のファンを用いた場合の、回転速度 (rpm) に対するガス流速 ( $m/s$ ) を示す。同図は、前記図 7 に示したエキシマレーザ装置のチェンバ内に軸方向の長さが 600 mm のクロスフローファンを設置して、チェンバ内のガス流速を測定した結果を示しており、4000 rpm において、ガス流速は従来型のファンの場合と変わりなかった。

また、図 3 に、ファンを取りつけたレーザチェンバの振動の大きさを示す。

同図において、横軸はファンの回転速度 (rpm)、縦軸はチェンバ上下方向の振動加速度 ( $m/s^2$ ) を示す。

同図において、①は従来の貫通する回転軸を持たないファン、②は本実施例に示した貫通する回転軸を持つファンの特性を示す。ファンとしては、上記した  $D = 120$  mm、 $d = 23$  mm、軸方向の長さが 600 mm のものを用いた。また、従来例は、回転軸はファン内部を貫通していないがそれ以外は本実施例と同様の形状のものを使用した。図 3 から明らかなように、本実施例の場合、従来例に比べ、振動加速度を約 1/2 に減少させることができた。

【 0 0 1 9 】

前記したように従来においては、クロスフローファンファン内部に回転軸を設ける場合、回転軸の直径 $d$ 、ファン外径 $D$ とすると、 $d/D \leq 0.07$ であれば

問題ない、即ち、 $d/D \geq 0.07$ であると悪影響があると考えられていたが、上記実験により、レーザチェンバ内のように高ヘッド、低流量の条件下においては、 $d/D = 0.19$ の径の中心軸を設けても、ガス流速は従来型のファンの場合と変わらないことが明らかとなった。

## 【 0 0 2 0 】

ところで、クロスフローファンの回転速度がファンの固有振動数と一致すると、ファンは共振により大きく振動する。したがって、ファンの最大回転速度に対して、固有振動数をできるだけ大きくする必要がある。一般に、ファンの回転速度は固有振動数に相当する速度の70%以下であることが望ましいとされている。

回転速度4000rpmに相当する振動数は約67Hzである。したがって、ファンの回転速度を、固有振動数に相当する速度の70%以下とすると、例えば、ファンの最大回転速度が4000rpmの場合、ファンの固有振動数は95Hz以上が望ましい。

## 【 0 0 2 1 】

そこで、クロスフローファンの軸長をエキシマレーザの電極長と同じとした場合について、固有振動数95Hz以上となる回転軸の径 $d$ を試算した。例えば、エキシマレーザの電極長を600mm、上記回転軸 $d$ の材質をステンレス（SU S）とした場合、固有振動数95Hz以上を確保するには以下ようになった。ここで $d$ は前記したように回転軸の直径、 $D$ はファンの外径である。

- ・ファン径120mmの場合… $d/D \geq 0.16$
- ・ファン径150mmの場合… $d/D \geq 0.13$

すなわち、 $d/D$ が0.13以上であれば、ファン径が150mmであっても固有振動数95Hz以上を確保することができる。

## 【 0 0 2 2 】

回転軸がファン内部を貫通するクロスフローファンを用いても、従来のものと比べ風量や効率の低下が生じなかった理由については不明である。しかし、次のようなことが考えられる。

エキシマレーザ装置においては、狭い電極間に高い圧力をかけて風を流すよう

になっている。即ち、前記したようにクロスフローファンの使用条件は、全圧動力が高く（高ヘッド）低流量である。空調機に用いるときの条件は、これとは反対で、低ヘッド高流量である。

クロスフローファンを高ヘッド低流量の条件で用いた場合、低ヘッド高流量の条件で用いた場合に比べて、図 8 に示した風の流れを生み出す渦流の大きさが小さく、またその位置も、図中下方向にあり、ファン内部に回転軸があっても、渦流の形成に与える影響が小さいと考えられる。

#### 【 0 0 2 3 】

本実施例においては、上記のようにクロスフローファン内部を貫通する回転軸を設けたので、ファンの組み立て時の回転軸の軸ずれは生じない。また、回転軸自体の軸ずれの大きさは、軸の両端の同軸度と軸の真直度とに依存する。この同軸度と真直度とは、通常の加工技術の精度を高くすることにより確保することができ、したがって軸ずれを防ぐことができた。

また、回転軸にブレードを支持する側板、または中空円板を固定することができるので、ファンの機械的強度を、十分に高くすることができた。

#### 【 0 0 2 4 】

以上の実施例では、クロスフローファン内部を貫通する回転軸として中実の軸を用いる場合について説明したが、「回転軸の内部を中空とすること」「回転軸の軸受けに、磁気軸受を使用すること」により、ファンの回転速度をさらに高速化することができる。

以下、（１）回転軸の内部を中空とする場合、（２）回転軸の軸受けに、磁気軸受を使用する場合についての実施例について説明する。

#### 【 0 0 2 5 】

##### （１）回転軸の内部を中空とする

前記したように、最大回転速度 4 0 0 0 r p m の場合、ファンの固有振動数は 9 5 H z 以上が望ましい。

ファンの固有振動数は回転軸の（自重による）たわみ量に依存し、固有振動数を大きくするためには、ファン回転軸のたわみ量を小さくする必要がある。たわみ量を小さくするためには、回転軸をたわまない頑丈なものとすることが必要で

ある。しかし、「頑丈なものとする」とは回転軸が「太く」「重く」なることである。回転軸が「太く」なると、送風時発生する渦流に与える影響が大きくなることが心配される。また、「重く」なると、軸受けの負担が大きくなり、ベアリングの磨耗が激しくなる。また軸受けも大型化し、装置全体が大型化する。

そこで、本実施例では、回転軸を中空構造にして軽量化した。軽量化することにより、自重によるたわみを減らすことができる。

#### 【 0 0 2 6 】

図 4 に、中空回転軸 3 0 の断面図を示す。円筒状の部材 3 1 の両端に、軸となる部材 3 2, 3 2' を溶接する。そして、例えば円筒状の部材 3 1 を旋盤に固定し、部材 3 2 から、芯を合せつつ、軸両端の同図 A の部分を削り出す。

なお、上記軽量化のための中空軸は、図 5 に示すように軸を部分的にくりぬいたようなものであってもよい。ただし、中空構造、くりぬき構造の軸の機械的強度は、中実構造の軸に比べて弱くなるので、軸に加わる負荷の関係から、適切な構造を設計する。

#### 【 0 0 2 7 】

##### (2) 回転軸の軸受けに、磁気軸受を使用する

磁気軸受は、磁力の反発を利用して回転軸を中空に浮かせて回転させるものであり、磁気軸受を、エキシマレーザ装置のファンの軸受けに適用することは、例えば特開平 1 0 - 1 7 3 2 5 9 号公報、特開平 1 1 - 8 7 8 1 0 公報に記載されている。

磁気軸受は、従来のボールを使用したベアリングに比べ摩擦抵抗がなく高速回転が可能である。機械的磨耗がないので、転がりベアリングに比べて寿命が長い。しかし、回転軸を機械的に押さえることができないため、わずかな軸ずれにより、ファンの回転バランスが崩れて振動する。

したがって、ファンの回転軸受けに磁気軸受を用いる場合は、回転軸の軸ずれをなくす必要がある。

本発明の実施例の図 1、図 4 に示した回転軸が内部を貫通するクロスフローファンを用いれば、製造時において回転軸の軸ずれをなくすことができ、高速回転時においても軸ずれを防ぐことができる。したがって、磁気軸受を用いてもファ

ンの回転バランスが崩れて振動するといった問題の発生を減少させることが可能となる。

#### 【 0 0 2 8 】

図 6 に、エキシマレーザ装置のチャンバに、中空の回転軸が中央部を貫通するクロスフローファンを適用し、軸受けに磁気軸受けを使用した場合の概略構成断面図を示す。

同図において、1 はレーザチェンバであり、レーザチェンバ 1 内には、クロスフローファン 3 が設けられており、クロスフローファン 3 の内部を中空の回転軸 3 0 が貫通している。回転軸 3 0 は磁気軸受 8 により両端が支持されており、磁気軸受部分はシール部 9 によりシールされている。磁気軸受 8 は、磁石 8 a と磁石 8 b の反発力を利用して、回転軸 3 0 を空中に浮かせている。なお、同図においては、前記した放電電極、冷却フィンチューブ等は省略されている。

#### 【 0 0 2 9 】

図 6 に示した実施例によれば、クロスフローファン 3 の内部を回転軸 3 0 が貫通しているので回転軸の軸ずれがなく、磁気軸受を用いても、ファンの回転バランスが崩れて振動するといった問題の発生を回避することができる。また、回転軸 3 0 を中空としたので軽量化することができ、軸受けの負担を小さくすることができる。また、自重によるたわみを減らして固有振動数を高くすることができ、回転数を高速化することが可能となる。

#### 【 0 0 3 0 】

##### 【発明の効果】

以上説明したように本発明においては、以下の効果を得ることができる。

(1) エキシマレーザ装置に使用されるクロスフローファンにおいて、クロスフローファン内部を貫通するように回転軸を設けたので、回転軸の軸ずれなく、容易にファンの組み立てを行なうことができる。

また、エキシマレーザ装置におけるクロスフローファンの使用条件は、高ヘッド、低流量であるので、上記回転軸を設けても、流速等に悪影響を与えることもない。

(2) 上記回転軸を設けたので、機械的強度が高く、高速回転を行なってもファ

ンが変形することがない。また、軸ずれなく組み立てが可能であり、高速回転時の軸ずれも生じない。したがって、軸受けへの負担が少なく、軸受部の振動も少なくなり、光軸のずれや中心波長の振動が生じることがない。

(3) 回転軸を中空とすることにより、軽量化が図れるので、軸のたわみが少なくなる。したがって、ファンの固有振動数が大きくなり、ファンの高速回転が可能になる。

(4) ファン製造時、及びファン回転時に軸ずれが生じない。したがって、回転軸の軸受けとして磁気軸受けを採用することができ、さらなる高速回転が可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の実施例のクロスフローファンの構成を示す図である。

##### 【図 2】

本実施例のクロスフローファンの回転速度に対するガス流速の測定結果を示す図である。

##### 【図 3】

クロスフローファンの回転速度に対するレーザチェンバの上下方向の振動加速度の測定結果を示す図である。

##### 【図 4】

本発明の実施例のクロスフローファンに設けられる中空回転軸の断面図を示す図である。

##### 【図 5】

中空回転軸の他の例を示す図である。

##### 【図 6】

中空回転軸と磁気軸受を使用したエキシマレーザ装置のチャンバの概略構成を示す図である。

##### 【図 7】

エキシマレーザ装置のレーザチェンバ内部を示す模式図である。

##### 【図 8】

ケーシングに収められたクロスフローファンの断面図である。

【図 9】

クロスフローファン回転軸の軸ずれの例を示す図である。

【符号の説明】

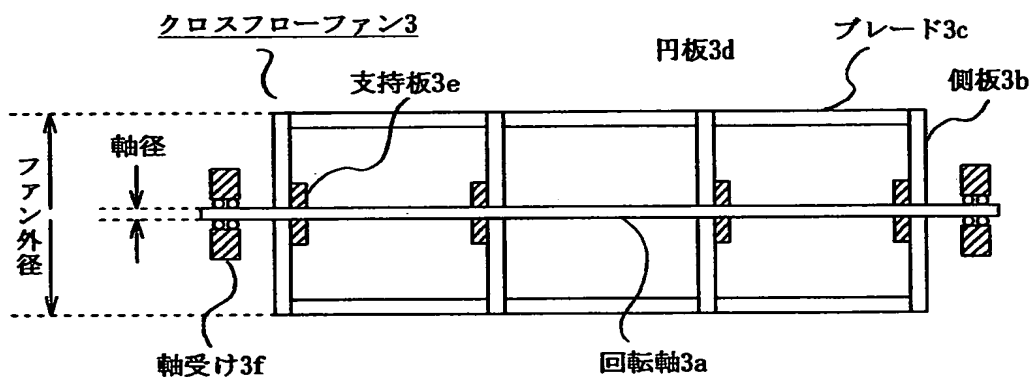
- |       |           |
|-------|-----------|
| 1     | レーザチェンバ   |
| 2, 2' | 放電電極      |
| 3     | クロスフローファン |
| 3 a   | 回転軸       |
| 3 b   | 側板        |
| 3 c   | ブレード      |
| 3 d   | 中空円板      |
| 3 e   | 支持板       |
| 8     | 磁気軸受      |
| 3 0   | 中空回転軸     |



【書類名】 図面

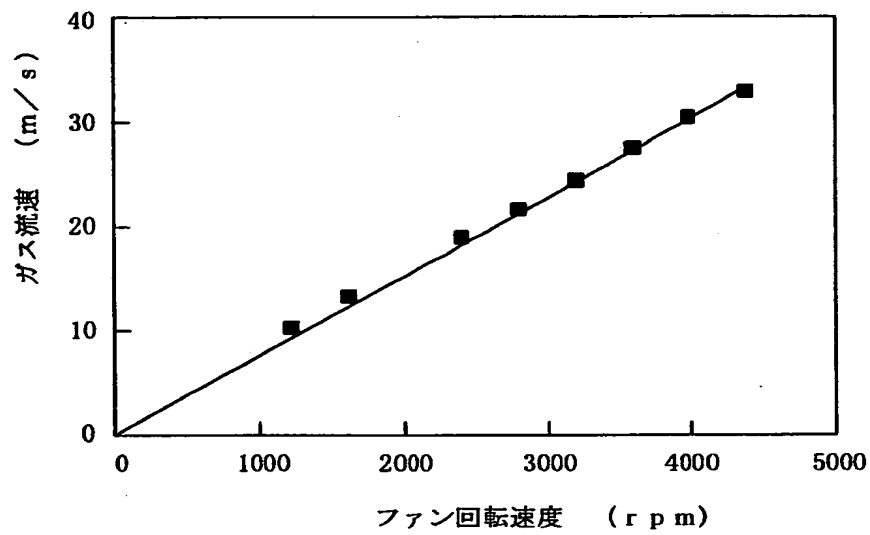
【図 1】

本発明の実施例のクロスフローファンの構成を示す図



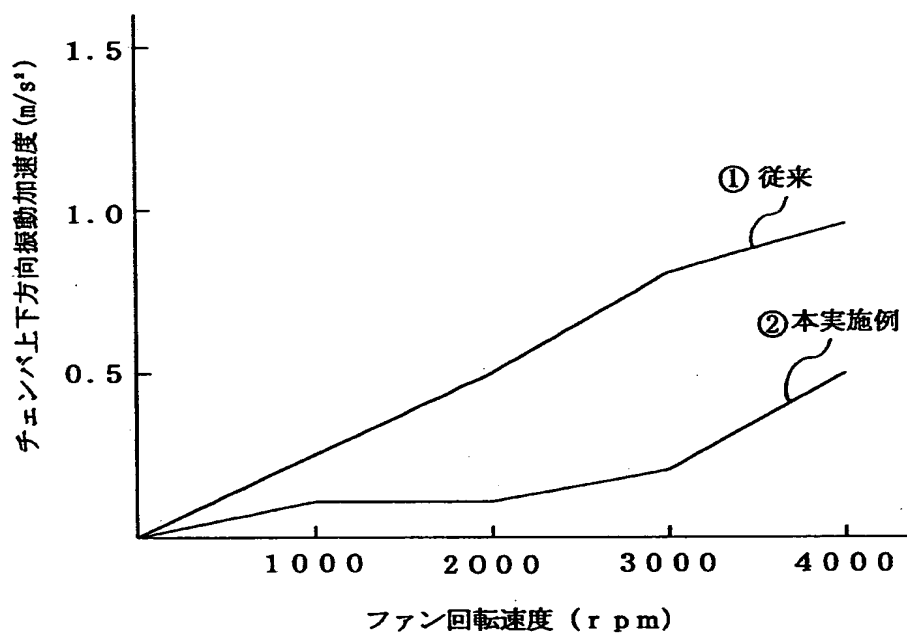
【図 2】

本実施例のクロスフローファンの回転速度に対する  
ガス流速の測定結果を示す図



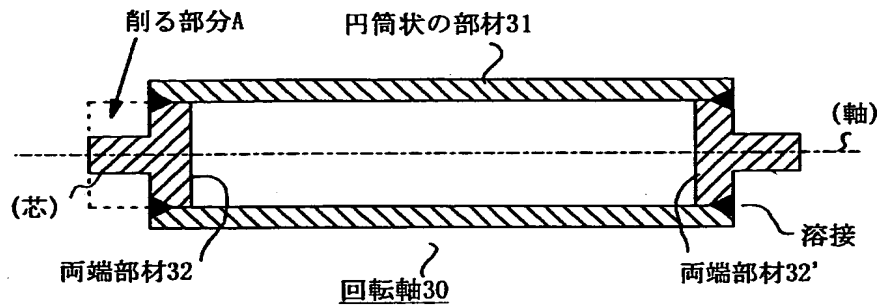
【図 3】

クロスフローファンの回転速度に対するレーザチェンバの  
上下方向の振動加速度の測定結果を示す図



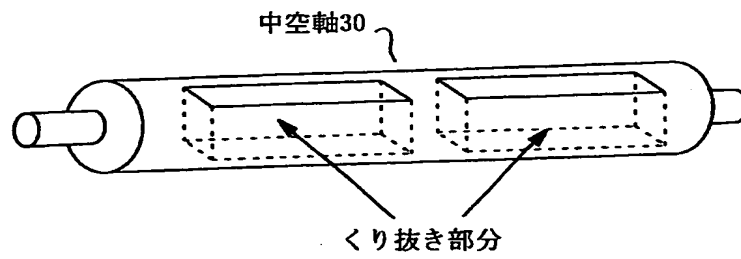
【図 4】

本発明の実施例のクロスフローファンに設けられる  
中空回転軸の断面図を示す図



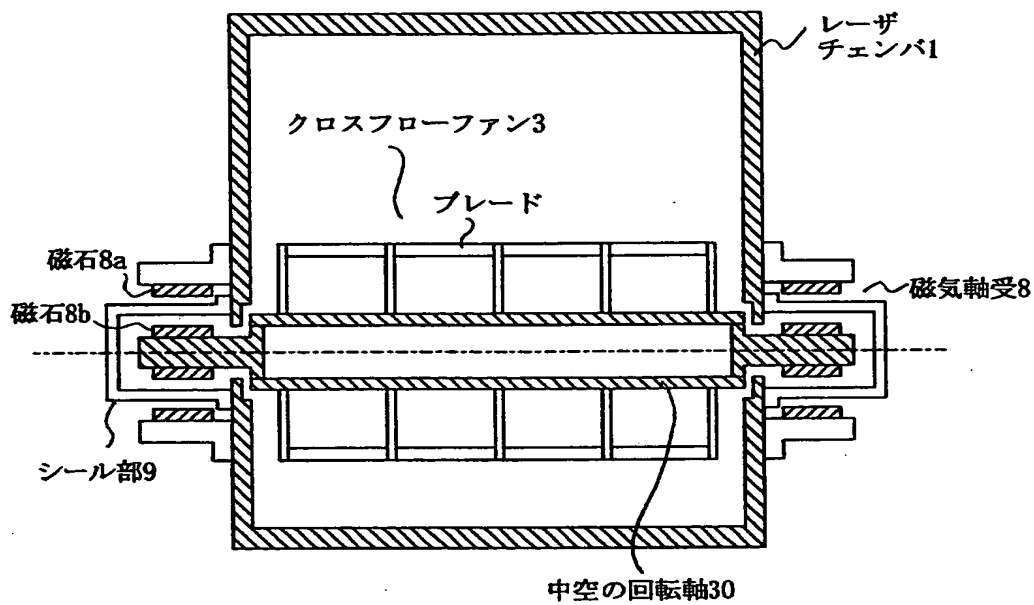
【図 5】

中空回転軸の他の例を示す図



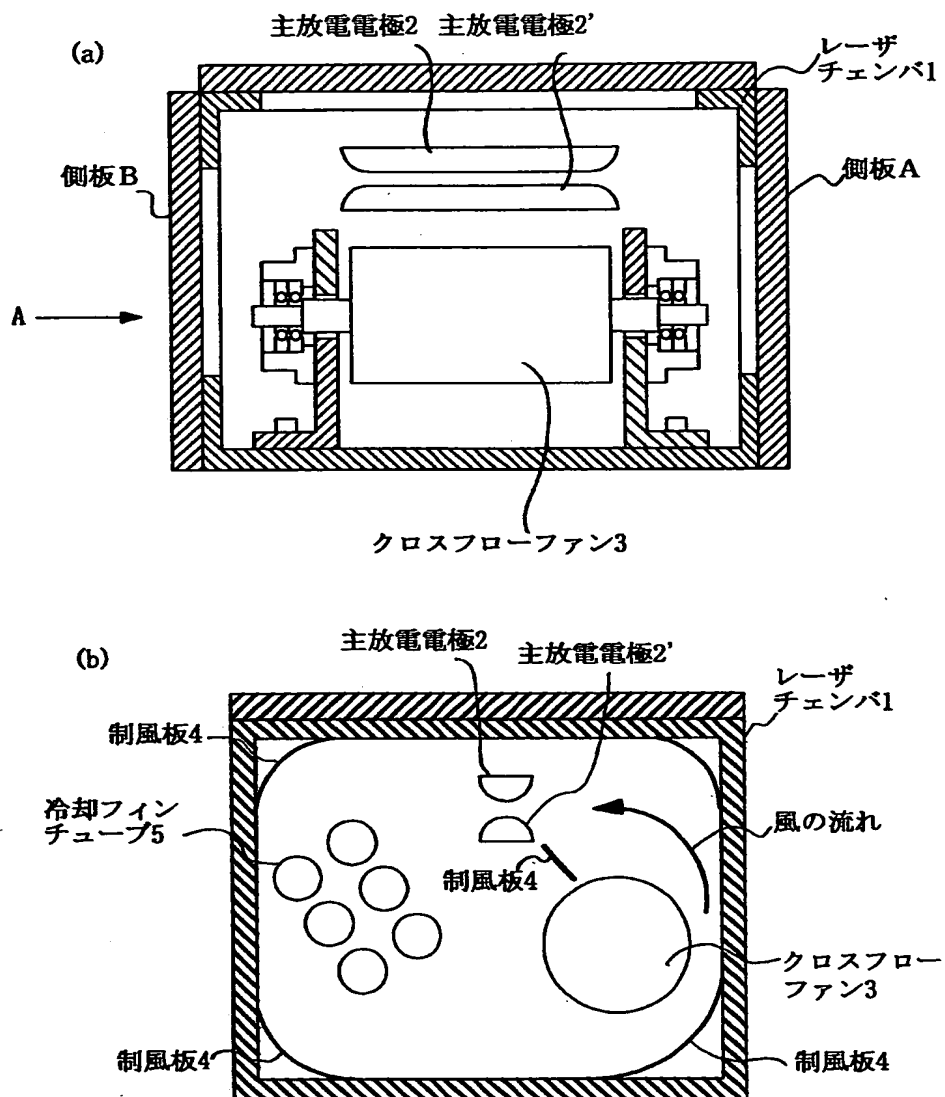
【図6】

中空回転軸と磁気軸受を使用したエキシマレーザ装置の  
チャンバの概略構成を示す図



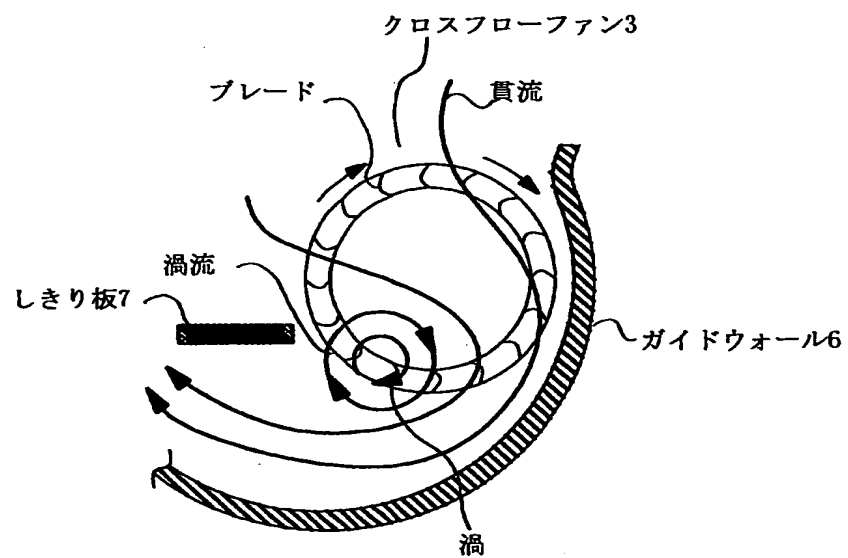
【図 7】

エキシマレーザ装置のレーザチェンバ内部を示す模式図



【図8】

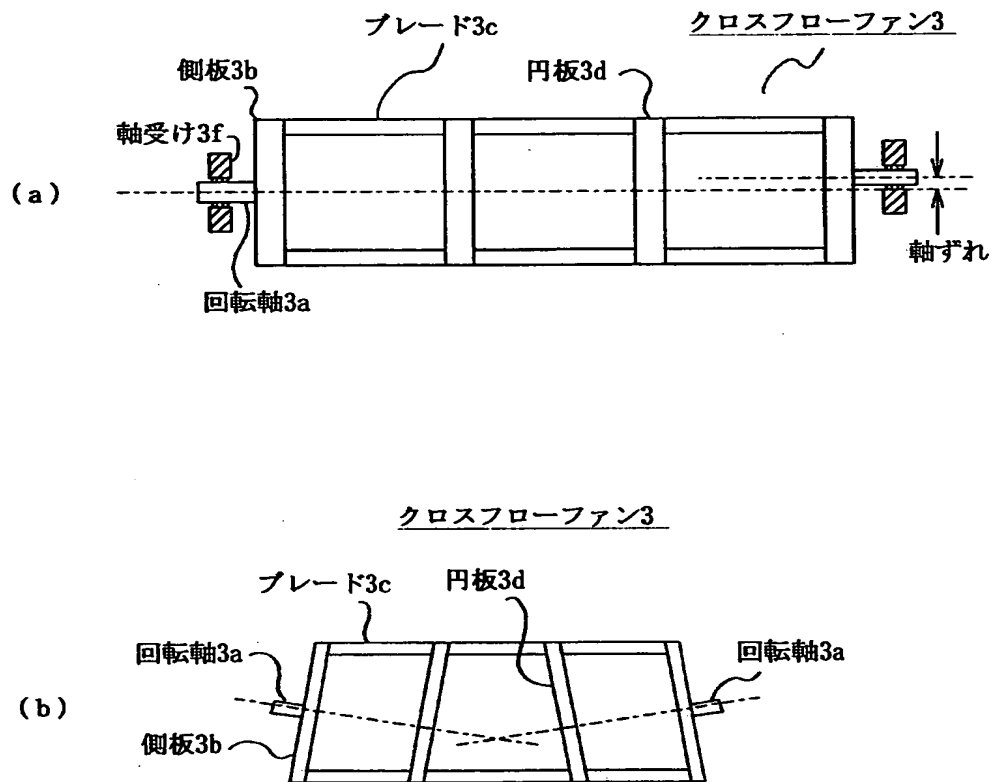
ケーシングに収められたクロスフローファンの断面図





【図 9】

クロスフローファン回転軸の軸ずれの例を示す図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高速回転が可能であり、高速回転させても機械的強度が強く変形しない、エキシマレーザ装置に用いるに好適なクロスフローファンを提供すること。

【解決手段】 放電励起ガスレーザ装置用クロスフローファンにおいて、クロスフローファン 3 の中心部を貫通する回転軸 3 a を設ける。回転軸 3 a を設ければ、回転軸の位置合わせが容易となり、また機械的強度が強くなるので高速回転が可能となる。また軸ずれが生じにくいので、磁気軸受けを使用することも可能となる。エキシマレーザ装置におけるガス循環用クロスフローファンは、高ヘッドかつ低流量の条件下で使用されるので、上記のように回転軸を設けても、流速に悪影響をおよぼすことはない。なお、回転軸 3 a の内部に中空部を設ければ、回転軸を軽量化することができるので軸の自重によるたわみを小さくすることができ、固有振動数が大きくなり一層高速化が可能となる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000102212]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区大手町2丁目6番1号 朝日東海ビル19階  
氏 名 ウシオ電機株式会社